Lane Medical Library

Ernährungsversuche zur Klärung des Zusammenhangs zwischen Nährstoffverhältnis, Darmgärung, Darmfäulnis und Speisenfolge

---

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin.

Vorgelegt von

Friedrich Ritter

(Arzt und Zahnarzt)

Dekan: Prof. Dr. Grotjahn
Referenten: Geh. Rat. Goldscheider
Prof. Dr. Schönenberger

Tag der Promotion 15. Sept. 1928.

Inhalts-Uebersicht.

Vorliegende Arbeit beginnt mit einer literarischen Einleitung über Darmgärung und Darmfäulnis bei Kindern und Erwachsenen. Die Ursachen, Kriterien und Untersuchungsmethoden von Darmgärung und Darmfäulnis werden kurz abgehandelt. Dann wird zu den Beziehungen der Nahrungsbausteine zur Darmgärung, bezw. Fäulnis übergegangen. Daraus ergibt sich folgende Fragestellung: Ist unter sonst gleich Bedingungen die Darmgärung lediglich von einem weiteren Nährstoffverhältnis abhängig als die Darmfäulnis, und ev. bei welchem Nährstoffverhältnis verschwindet die Darmfäulnis und bei welchem besteht die Darmgärung nur noch alleine fort? Diese Fragen sollen durch eine Reihe von Ernährungs - Selbst - Versuchen entschieden oder doch geklärt werden.

Nach Erwägungen über die Wahl der Nahrungsmittel und über die Versuchsanordnung wird zu den Versuchen selbst übergegangen. Diese werden unter gleichen Bedingungen in Versuch und Kontrollversuch für die Nährstoffverhältnisse: 1 : 5, 1 : 8, 1 : 13, 1 : 21, 1 : 34 und 1 : 55 in 67 Versuchstagen durchgeführt.

Den Schluß bildet eine kritische Auswertung der Versuchsergebnisse, welche zusammengefaßt wie folgt lautet:

Eine direkte Abhängigkeit der Darmgärung von engem oder weitem Nährstoffverhältnis, wie anfänglich angenommen wurde, ließ sich nicht nachweisen. Wohl nahm die Gärungsbereitschaft mit weiterwerdendem Nährstoffverhältnis etwas zu; aber die Zunahme sogar dieser „Bereitschaft" war so geringfügig, daß sich hieraus ein eindeutig kausaler Zusammenhang nicht erweisen läßt. Dagegen ergab sich stets eine einfache Beziehung zwischen Darmgärung und Speisenfolge in dem Sinne, daß, um Darmgärung zu vermeiden, das leichtverdauliche Kohlenhydrat dem schwerer spalt- und resorbierbaren voranzugehen hat.

In Bezug auf die Darmfäulnis ergab sich, daß dieselbe um so stärker auftritt, je enger das Nährstoffverhältnis ist und ungefähr bei dem Nährstoffverhältnis von 1 : 13 aufhört.

Ernährungsversuche zur Klärung des Zusammenhangs zwischen Nährstoffverhältnis u. Darmgärung, sowie deren Abhängigkeit von der Speisenfolge.

Unter Darmgärung im engeren Sinne versteht man heute den bakteriellen Verfall der Kohlenhydrate unter Gasentwicklung (CO_2) und unterscheidet, je nach den entstehenden Produkten eine Alkohol-, eine Buttersäure-, eine Milchsäure-Gärung. Im Gegensatz dazu ist Fäulnis ein für organische stickstoffhaltige Körper, insbesondere Eiweiß, charakteristischer bakterieller Vorgang, der mit dem Auftreten von übelriechenden Stoffen, wie Indol, Skatol, Schwefelwasserstoff, Merkaptan und anderen verknüpft ist.

Da eine ganze Reihe von Darmbakterien sowohl Gärung, wie Fäulnis erzeugen können, läßt sich, lediglich vom Standpunkt rein bakterieller Klassifikation aus, eine exakte Trennung bei den Darmvorgängen nicht durchführen, trotzdem die biologischen Eigenschaften der Gärungs- und Fäulniserreger relativ gut durchforscht sind. Andererseits herrschen über die eigentlichen Vorgänge im Darm und das Ineinandergreifen der Zersetzungsprozesse selbst noch große Unklarheiten. Zur therapeutischen Beherrschung dieser intestinalen Vorgänge hat die auf gute klinische Beobachtung gestützte Empirie mehr beigetragen als die theoretisch experimentelle Durcharbeitung des Problems. Dieses wartet vielmehr noch immer auf eine streng systematische Durchforschung. Die Hauptschwierigkeit, welche sich der Lösung entgegenstellt, liegt in dem Ineinandergreifen von Verdauung und bakteriellen Vorgängen, sowie in der weitgehenden Pufferwirkung der alkalischen oder sauren Reaktion des Darminhaltes.

Besonders eingehend wurden die abnormen Vorgänge im Darme des Säuglings erforscht. Einmal wegen der Wichtigkeit, welche gerade die Gärungsdyspepsien für den Säugling haben und zum anderen wegen der einfacheren Problemstellung in diesem Falle, da das einzige Nahrungsmittel, welches die Natur für den Säugling bestimmt hat, die Muttermilch ist. Endlich auch bereitet der Säugling infolge seines noch unentwickelten Geschmackssinnes, Ernährungsversuchen geringere Schwierigkeiten.

Die Forschungsmethode untersucht einmal das Verhalten des Stuhles und zweitens das Verhalten der einzelnen Bausteine der Ernährung in ihrer Beziehung zur Gärung und Fäulnis. Nach obigem vermag die Stuhlflora keinen entscheidenden Aufschluß über die Frage, ob sich Gärungs- oder Fäulnisvorgänge im Darme

abspielten, zu geben. Ferner auch noch aus dem Grunde nicht, weil die Stuhlflora eine andere ist wie diejenige der oberen und mittleren Darmpartien. Die größte Bedeutung als Kriterium besitzt — „mit Vorsicht gewertet" — das Verhalten der aktuellen Reaktion des Stuhles; und zwar in dem Sinne, daß saure Stühle Gärungsstühle sind, alkalische Stühle dagegen für vermehrte Fäulnis im Darme sprechen, da bei Fäulnis im allgemeinen die basischen Valenzen die sauren überwiegen. Jedoch gibt es ausnahmsweise auch Gärungsdyspepsien mit alkalischen Stühlen und zwar dann, wenn nach Beendigung der Gärung ein intensiver bakterieller Eiweißabbau stattfindet; sowie auch bei stark alkalischer Nahrung, z. B. bei reichlichem Genuß von Gemüsen, insbesondere Wurzelgemüsen, oder auch bei reichlichem Obstgenuß. Die aktuelle Reaktion der Fäces ist letzten Endes die Resultante folgender Komponenten: der Art der Ernährung, der Darmsaftsekretion, der Häufigkeit der Stühle, des Resorptionsvermögens für das Gärsubstrat und weiterhin des Pufferungsvermögens der Fäces. Von diesen Faktoren sind der erste und der letzte die wichtigsten. Natürlich besteht dort, wo die Gärungsprozesse sich bis zum Zeitpunkt der Defäkation fortsetzen, auch eine größere Tendenz saure Stühle zu bilden, als wenn die Gärung nur im Dünndarm stattfindet; denn im allgemeinen sind der Dünndarm und das Coecum der Ort der Gärung, während sich die Fäulnis im Colon gegen die Ampulle hin zunehmend vollzieht. Eine stärkere, auf eine Gärung folgende Fäulnis kann die ursprünglich, d. h. in höheren Darmabschnitten saure Reaktion in eine alkalische umkehren; dies namentlich dann, wenn eine relativ eiweißreiche Nahrung vorausging und eine Verzögerung der Defäkation stattfand.

Abgesehen von der aktuellen Reaktion der Fäces sind zur Beurteilung, ob Gärungs- oder Fäulnisprozesse stattgefunden haben, die Konsistenz und der Geruch des Kotes von Wichtigkeit — jedoch nur bei täglicher ausgiebiger Entleerung. Eine schaumige Beschaffenheit und weiche Konsistenz sowie vorwiegend saurer Geruch der Fäces sprechen für Gärung, während festere nach Schwefelwasserstoff, Indol, und Derivate riechende Exkremente Eiweißfäulnis verraten. Ferner lassen sich aus den Flatus während und gegen Ende der Verdauung wichtige Schlüsse auf die bakteriellen Darmvorgänge ziehen. Reichliche, plötzlich entweichende, nicht hervorstechend nach Fäulnisgasen riechende Flatus zeigen Darmgärung an. Weniger reichliche, langsam entweichende, stark nach den typischen Eiweißabbauprodukten riechende Gasentleerungen zeugen von Darmfäulnis.

Endlich ist beim Erwachsenen, welcher diese Vorgänge kennt und seine Beobachtung darauf eingestellt hat, sein subjektives Empfinden ein nicht zu unterschätzendes Kriterium bei

der Entscheidung, ob es sich um Darmgärung oder Darmfäulnis handelt. Blähungen und Meteorismus, deren Lokalisation im Dünndarm und Coecum, im Gegensatz zum Colon, nach einiger Beobachtung leicht gelingt, verbunden mit einer gewissen inneren Unruhe — wahrscheinlich infolge Erregung der sympatischen Plexus des Mesenteriums durch die abnormen Spannungen in der Darmwand, wie sie die Gärungsgase erzeugen — zeigen deutlich lange vor der dazugehörigen Defäkation, oft schon einige Stunden nach der die Gärung verursacht habenden Nahrungsaufnahme, Gärungsvorgänge im Dünndarm an. Im Gegensatz hierzu verläuft die Eiweißfäulnis viel träger, vollzieht sich erst viel später, nachdem der Chymus den Dünndarm passiert hat und erzeugt die Darmgase erst im Colon descendens, Sigmoideum und Rektum; die „knackenden" Gasgeräusche und das „Gärungsgefühl" fehlen, da die sich erst gegen Ende des Darmrohres bildenden Gase nur einen kurzen Weg zurückzulegen haben und infolgedessen keine größeren Ansammlungen bilden, sondern „stetig" entweichen.

Beziehung der Nahrnngsbausteine zur Gäruug und Fäulnis.

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen Eiweiß und Darmfäulnis haben FREUDENBERG und HELLER beobachtet, daß durch Eiweißzulagen und Kalk (zur Säurebindung) die Bifidusflora — die wichtigsten Gärungserreger — rasch verdrängt wird, und die Alkalicität wächst. Darnach bildet Eiweiß — (im Verein mit Erdalkalien) — ein die Proteolytenflora begünstigendes, die Bifidusflora aber schädigendes Moment. Die Säurebildung des Bifidus, der seiner Eigenwasserstoffzahl znstrebt, wird gehemmt, der Stuhl verliert seine aromatischen Eigenschaften und zeigt Erscheinungen von Fäulnis.

Die Beziehung des **Eiweiß** zur Gärung ist eine rein sekundäre. Die Bakterien haben jeweils das Bestreben, ihre Eigenwasserstoffzahl zu bilden. Gegen die säurebildenden Gärungsbakterien wirkt das Eiweiß als Puffer und raubt denselben die H-Jonen durch deren Bindung. (In den oben erwähnten Versuchen allerdings dürfte diese Bindung mehr durch den gleichzeitig verabreichten Kalk erfolgt sein). Durch diese Bindung der H-Jonen werden die Gärungsbakterien gezwungen („gereizt") weiterhin Kohlenhydrate zu vergären, bis soviel freie H-Jonen entstehen, daß die Eigenwasserstoffzahl möglichst erreicht wird. Eiweiß erhält also die Gärung durch seine Bindung der H-Jonen. Diese geringe gärungsfördernde Wirkung der Eiweißstoffe tritt jedoch gegen die gärungshemmende, infolge der Vermehrung der proteolytischen Darmflora, **weit** zurück. (ESCHERICH).

Zur Bedeutung der Kohlenhydrate für die Darmgärung ist zu bemerken, daß sich hierbei nicht alle gleichwertig verhalten.

Besonders stark gärungsfördernd wirkt Milchzucker; er übertrifft hierin alle Mono- und Disaccharide. An zweiter Stelle stehen die Monosaccharide, dann folgt Rohrzucker; und am wenigsten gärungsfördernd ist die Maltose, wohl hauptsächlich, weil sie am besten resorbiert wird. Die gärungsfördernde Wirkung des Malzextraktes gagegen dürfte (nach BESSON) in einer durch Caramelisierung bedingten Beeinträchtigung der Resorptionsfähigkeit liegen.

Von den Mehlen geht Hafermehl am leichtesten in Gärung über; dann folgt Gerstenmehl, dann Roggenmehl und am schwersten durch Bakterien beeinflußbar erweist sich das Weizenmehl. Dies verschiedene Verhalten beruht hauptsächlich auf der physikalischen Struktur des Stärkekornes, d. h. auf der durch die Schichtung bedingten verschiedenen bakteriellen Angreifbarkeit des Stärkemoleküls. Die Säurebildung wird durch Mineralzusatz, insbesondere bei Hafer stark vermehrt; es kommen dabei hauptsächlich Kalium- und Calcium-Phosphat, ferner Calcium-Lactat in Betracht.

Ueber die Wichtigkeit der Bakterien für den Kohlenhydratabbau im Darm gehen die Ansichten auseinander. MAX KLOTZ konnte in seinen grundlegenden Untersuchungen einwandfrei nachweisen, daß die Ausnutzarbeit der Mehle von der im Darm herrschenden Flora außerordentlich abhängig ist. Er fand bei vorwiegender Gärungsflora im Darm die Resorption des Weizenmehls als Säure; bei einer an Gärungserregern armen Flora dagegen die Verwertung desselben als Zucker und hat also zweifellos damit einen eminenten Einfluß der Bakterientätigkeit auf den Kohlenhydratabbau — wenigstens für seine Versuchstiere (Hunde) — nachgewiesen.

Betreffs Mischung von Kohlenhydraten erwähnt KLOTZ, daß z. B. bei Malzextrakt und Weizenmehl die Bakterien sich sofort auch an dem Abbau des schwer vergärbaren Weizenmehls beteiligen. Die Bakterien verzetteln gewissermaßen ihre Kräfte; es kommt dadurch zu einer Erniedrigung der Gärung, zu einer „Gärungsdepression".

Der bakterielle Fettabbau tritt gegen denjenigen der oben erwähnten Nährstoffe weit zurück. Andererseits aber wird das Bakterienwachstum durch Fett und Salze höherer Fettsäuren anscheinend begünstigt, und dadurch die verhängnisvolle Wirkung des Fettes bei dyspeptischen Störungen wahrscheinlich gemacht.

Die meisten aufgenommenen Bakterien werden in kurzer Zeit durch die Pepsin-Salzsäure des Magens abgetötet, nur bestimmte Arten werden weitergezüchtet.

Neuerdings wird dem Speichel als baktericitem Agens wieder größere Bedeutung beigemessen. (KOPELOFF).

Die frühere Lehre von der Bakterien-Freiheit des gesunden Dünndarms wird in neuerer Zeit von OLIVET wieder stärker betont.

Der am leichtesten resorbierbare Zucker, die Maltose, wird auch am leichtesten vergoren; etwas schwerer der Milchzucker; am schwersten der Rohrzucker, welcher auch wiederum am schwersten resorbiert wird. Die Vergärungen entziehen die Zucker ihrer normalen Verwertung. Die freiwerdende Wärme wird von den Mikroorganismen teilweise zum eigenen Bedarf verwandt, teilweise bilden sich Stoffe, die für den Organismus wertlos sind, wie Kohlensäure, Wasserstoff und Methan. Die Art der Aufspaltung ist vom kalorischen Standpunkt aus ungünstig. Wenn z. B. Hexosen in 2 Moleküle Milchsäure zerlegt werden, so werden von der totalen Brennwärme des Zuckers nur ca. 3 % frei; ähnlich ungünstig ist es, wenn Buttersäurebazillen den Zucker in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff zerlegen. Die besonders bei der Zuckervergärung beteiligten Bakterien sind: Bifidus, Bakterium coli, lactis, aërogenes, prodigiosus, butyricus. Stärke wird besonders von Aërogenes vergoren.

Wie schon erwähnt, spielen die Darmgärungen beim Säugling eine wesentlich größere Rolle als beim Erwachsenen oder sind wenigstens von den Pädiatern bereits viel gründlicher erforscht. Das wichtigste und bekannteste Beispiel beim Erwachsenen stellt die sogenannte Gärungsdyspepsie dar. Bei derselben finden sich intensive Kohlenhydratgärungen in großen Teilen des Darmes, während normalerweise nur geringfügige Gärungen vorzugsweise im Coecum vor sich gehen. Die Kohlenhydratspaltenden Mikroorganismen finden einen günstigen Nährboden, sodaß sie abnorm wuchern und auch im oberen Dünndarm gedeihen können. Das primäre Moment ist noch nicht sichergestellt.

Das gehäufte Auftreten von Gärungsdyspepsien in Deutschland während des Krieges und in der ersten Nachkriegsperiode, wo die Lebensmittelknappheit dazu zwang, abnorm viel schwer angreifbare Gemüse zu essen, scheint die Annahme einer besonderen Infektion (d. h. mit besonders kräftigen Kohlenhydratvergärern) entbehrlich zu machen. Es spricht mehr dafür, daß das reichliche Vorhandensein von gärungsfähigem Material die Hauptbedingung darstellt. Zuckervergärende Mikroorganismen kommen in den Fäces normalerweise auch vor; denn wenn man den Fäces Gesunder Traubenzucker zusetzt, sieht man öfters eine stark positive Reaktion, bezw. Gärung auftreten. Bei Gärungsdyspepsien findet sich schon oben im Dünndarm eine mannigfache Flora mit vielen gramnegativen Bakterien. Im Coecum

sollen, wenigstens, manchmal, die Cellulosevergärer fehlen, wodurch das gärungsfähige Material noch mehr vermehrt würde. In den Fäces finden sich — neben vielen anderen — vorwiegend die bekannten charakteristischen mit Jod blau färbbaren, granulosehaltigen Clostridien, Kokken, Bazillen und die oben erwähnten Bakterien. Die aktuelle Reaktion des Darminhaltes ist meist sauerer als gewöhnlich.

Die der Gärungsdyspepsie analoge Fäulnisdyspepsie ist, wenigstens als reines Krankheitsbild, viel seltener und weniger genau studiert. Neben der reichlichen Anwesenheit von fäulnisfähigem Material ist eine stärkere Sekretion von Darmsaft, welcher für die proteolytischen Bakterien einen guten Nährboden darstellt, offenbar die Hauptbedingung. Die oben erwähnten Prozesse des bakteriellen Eiweißabbaues nehmen an Umfang zu und erstrecken sich auf höhere Abschnitte des Colons als sonst.

Problemstellung: Die Tatsachen, daß Kohlenhydrate eine saccharolytische, Eiweißnahrung dagegen eine proteolytische Darmflora erzeugen, ferner der Versuch von Kellner, wonach (beim Tierversuch) bei einem weiteren Nährstoffverhältnis als 1 : 8 bis 1 : 10 unverdautes Stärkemehl im Kote auftritt, endlich das gehäufte Auftreten von Gärungsdyspepsien in Deutschland während und nach dem Kriege bei knapper Eiweiß- und reichlicher Kohlenhydratkost lassen die Vermutung auftauchen, daß die Darmgärung in einen direkten Zusammenhang mit bestimmten Nährstoffverhältnissen gebracht werden kann. Diese Frage zu klären, soll die Aufgabe vorliegender Ernährungsversuche sein.

Ernährungsversuche sind meist in weitgehendem Maße Vertrauenssache der Versuchsperson, Es bedeutet, namentlich bei längerdauernden Versuchen, oft kein geringes Opfer, die damit verbundenen Einschränkungen und Einseitigkeiten in der Ernährung zu ertragen, ohne daß der Betroffene durch unterbewußte Triebe und Gefühlsströme in ernsthafte, das Versuchsergebnis in Frage stellende, psychische Konflikte gerät. Ferner bringt die Umstellung des Organismus auf eine bisher ungewohnte Ernährung oft Störungen mit sich, welche eine mehrfache Deutung zulassen, also für das Versuchsergebnis nicht eindeutig zu verwerten sind. Endlich muß man gerade für Versuche über Darmgärung die konstitutionelle Veranlagung der Versuchsperson aus möglichst langer Erfahrung genau kennen, zumal rein psychische, vagotonische und sympathische Einflüsse Darmgärungen vortäuschen oder verdecken können, was gerade in vorliegenden Versuchen, wo auch die subjektiven Gärungssymptome mitverwertet werden sollen, die Versuchsergebnisse sehr in Frage stellen würde.

Aus diesen Gründen und insbesondere, weil ich aus mehrjährigen Selbstbeobachtungen, Fasten und Diätkuren, die Reaktion meines Darmes auf die verschiedensten Nahrungsmittel sehr gut kenne, (ich spüre mit Bestimmtheit jede Gärung im Dünndarm und kann angeben, ob dieselbe im oberen oder unteren Teile desselben oder erst im Coecum stattfindet) entschloß ich mich zum Selbstversuch; zumal sich TIGERSTEDT über denselben wie folgt äußert: „Die idealste Form des Versuchs am Menschen wird daher (weil die Kontrolle am zuverlässigsten ist) in allen Fällen, in denen er irgendwie durchführbar ist, der Selbstversuch sein."

Da in Hinsicht der relativ leichten psychischen Beeinflussung der Peristaltik die persönliche Einstellung der Versuchsperson zu der ganzen Fragestellung sehr wichtig ist, so muß ich meine Einstellung hier anführen. Bevor ich die Ernährungsversuche unternahm, glaubte ich bestimmt, daß ein enges Nährstoffverhältnis (1 : 5 bis 1 : 8) mindestens keine so ausgiebige Darmgärung zulasse wie ein weites (1 : 13 bis 1 : 21), kam jedoch am Ende der Versuche zu einem anderen Ergebnis. Dies dürfte ein Beweis dafür sein, daß die subjektive Beobachtung von psychischen Unterströmen nicht beeinflußt wurde. Die objektiven Symptome stimmten auch regelmäßig innerhalb der Grenzen der physiologischen Variationsbreite mit den **vorher** Beobachteten subjektiven überein.

Für Versuche über Darmgärung mit obiger Fragestellung eignet sich zweifellos die vegetarische Ernährung, sowohl wegen ihres von vornherein größeren Kohlenhydratreichtums als auch wegen ihrer leichteren Neigung zur Gärung besser als die Fleischkost. Da ich seit 7 Jahren an diese Ernährungsweise gewöhnt bin, bedurfte es weiter keiner Anpassung mehr, um so weniger, als ich auch sehr vorteilhaft für die Versuchsanordnung gerade diejenigen Nahrungsmittel wählen konnte, an welche ich schon jahrelang noch besonders gewöhnt war. Das einzige Opfer, welches ich mir also auferlegen mußte, war die konsequente Durchführung des aufgestellten Programms. Es ist nötig, dies zu erwähnen, um jede psychische Spannung, welche die Selbstbeobachtung trüben könnte, auszuschließen. Ferner ist noch von Interesse, daß ich infolge konstitutioneller Veranlagung (Vererbung mütterlicherseits) verhältnismäßig leicht zu Darmgärungen neige und deshalb ein empfindlicher „Indikator" für dieselben bin. Mein Eiweißstoffwechsel ist ein ziemlich niedriger und erreicht nur selten 50 g täglich. Der Stoffwechselversuch vor Beginn der Ernährungsversuche ergab normale Werte. Von irgendwelchen Krankheiten bin ich frei.

Versuchs-Anordnung.

Vor Festlegung der Versuchsanordnung wurden folgende Ueberlegungen angestellt: Um einwandfreie Vergleiche zwischen

den Versuchsreihen der verschiedenen Nährstoffverhältnisse anstellen zu können, wurden immer die gleichen Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydratarten gewählt, und die Kalorienzahl wurde möglichst konstant zwischen 1800 und 1900 gehalten. Als Eiweißquelle wurde, der geringen Neigung, bezw. Förderung der Gärung und der vollständigen Resorbierbarkeit wegen das Hühnerei gewählt. Dasselbe wurde mit der jeweils errechneten Menge Rohzucker zu Schaum geschlagen und, um klumpige Gerinnung im Magen zu vermeiden, in kleinen Schlucken roh genossen. Nur bei den engsten Nährstoffverhältnissen 1 : 5 und 1 : 8 wurde, wegen der nicht zu bewältigenden Eiermenge von 10, bezw. 8 Stück (zu 40 g) daneben eine entsprechende Menge fettarmen Quarkes gewählt. Der Kalorienausfall durch die Verminderung des Eiweiß mit weiter werdenden Nährstoffverhältnis wurde durch entsprechende Zuckerzulage ausgeglichen. Um die spezifisch dynamische Wirkung des Eiweißes ungefähr zu kompensieren, ließ ich die Gesamtkalorienzahl mit weiter werdenden Nährstoffverhältnissen stetig etwas abnehmen.

Der Einfluß der Fettsäuren auf die Darmgärung wurde praktisch dadurch ausgeschaltet, daß der Fettgehalt einmal sehr gering gehalten wurde, so daß der Organismus bestrebt sein mußte, alles Fett zu resorbieren, und dann betrug die Menge für alle Versuchsreihen konstant 20 g, wodurch ihr eventueller Einfluß ebenfalls konstant gehalten wurde, somit also einem Vergleich der Vesuchsergebnisse nicht im Wege stand.

Die Gesamtkalorienzahl wurde verhältnismäßig niedrig gehalten und zwar einmal, weil ich schon lange ungefähr an diese Kalorienzahl gewöhnt bin, und zweitens, um dem Organismus keine überschüssigen Kohlenhydratmengen anzubieten, weil gerade der Ueberschuß am leichtesten in Gärung übergeht und hier lediglich der Einfluß des Nährstoffverhältnisses auf die Darmgärung geprüft werden sollte.

Als Kohlenhydratspender wurden Aepfel und Birnen mit Rohzucker, Kartoffeln und rohe Haferflocken gewählt, einmal um möglichst übersichtliche Verhältnisse zu schaffen, zweitens, um doch verschiedene Kohlenhydrate zur Kontrolle miteinander vergleichen zu können und drittens, weil ich, wie schon erwähnt, an diese Nahrungsmittel gut angepaßt bin.

Der Zuckergehalt des Obstes wurde jeweils wie folgt auf 6 % gebracht: Zuerst wurde ein Pfund Aepfel gerieben, eine Probe hiervon ausgepreßt und der Zuckergehalt des Saftes aus dem spezifischen Gewicht mittels Senkwage und Tabelle bestimmt. (Es entsprechen: dem spez. Gew. 1015 eine 5 %ige Zuckerlösung; 1030 eine 10 %ige und 1060 eine 20 %ige Zuckerlösung). Der Zuckergehalt der Aepfel lag immer zwischen 4 bis 5 %, da immer dieselbe Obstsorte (Boskoop) verwendet

wurde. Dann wurde in gleicher Weise der Zuckergehalt der Birnen bestimmt (er lag zwischen 8 bis 10 %) und hieraus das Mischungsverhältnis berechnet, um jeweils ein 6 %iges Rohkompott zu erhalten. In diesem Kompott wurde die der betreffenden Ernährungstabelle entsprechende Rohzuckermenge gelöst und das Kompott als „Frühstück" gegessen. Nach etwa 3 Stunden wurden die Eier, in der angegebenen Weise zubereitet, genossen. Am späten Nachmittag folgten endlich die weichgedämpften Kartoffeln mit jeweils 100 g rohen Spinat und der errechneten Menge Oel oder die einige Stunden kalt eingeweichten Haferflocken mit 100 g Salat und der ev. fehlenden Oelmenge. Der Nährstoffgehalt dieser Nahrungsmittel wurde den Ragnar Berg'schen Tabellen entnommen. Die Eier wogen ohne Schale jeweils zwischen 39 und 41 g.

Obige Reihenfolge der Mahlzeiten wurde jeweils 5 Tage lang eingehalten; dann wurde 2 Tage lang die Reihenfolge umgekehrt, d. h. die Stärkemehlnahrung wurde **vor** der Obst-Zucker-Mahlzeit eingenommen. Es wurden die Nährstoffverhältnisse: 1 : 5, 1 : 8, 1 : 13, 1 : 21, 1 : 34, 1 : 55 mit den Eiweißmengen von 80 g, 55 g, 34 g, 21 g, 13 g, 8 g untersucht.

Bei dem Nährstoffverhältnis 1 : 34 hätten die Stärkemehlspender wegen ihres für dieses Nährstoffverhältnis bereits zu hohen Eiweißgehaltes auf $^1/_3$ reduziert werden müssen, wodurch der einwandfreie Vergleich mit den früheren Versuchsreihen zu bezweifeln gewesen wäre; sie wurden deshalb ganz weggelassen und kalorienmäßig durch Obst und Zucker ersetzt. Dies auch noch aus dem Grunde, um die der Gesamtkalorienzahl der Versuchsreihen entsprechende, leichter vergärbare Obst-Zucker-Mischung noch gesondert auf ihre gärungsfördernde Wirkung zu prüfen. Es wurden also abends statt Kartoffeln, bezw. Haferflocken nochmals Obst und Zucker gegessen.

Getränke wurden, abgesehen von den besonders erwähnten Fällen, nicht genommen; einmal war hierzu kein Bedürfnis vorhanden, da ich auch sonst nichts zu trinken pflege, und zweitens war im Obst und in den Kartoffeln genügend Flüssigkeit für den Wasserhaushalt des Körpers vorhanden.

Ausführung der Ernährungs-Versuche.

1. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis: 1 : 5. Körpergewicht zu Beginn der Versuche: 56,5 kg.

	Gesamtkalorien: 1900	g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr:	750 g Obst zu 6 % Z.	3		45
	117 g Rohzucker			117
Mittags 1 Uhr:	3 Eier mit	20	16	
	50 g Rohzucker			50
Abends 5 Uhr:	100 g Spinat	3		4
	120 g Quark	39	4	3
	750 g Kartoffeln	15		130
	Summe in g	80	20	349
	Summe in Kal.	320	184	1396

Beginn: 1. Februar 1928.

1. Versuchstag: Stuhl: geformt; Reaktion: neutral; Geruch: fäkulent, d. h. weder sauer noch nach Eiweißfaulgasen riechend; Gärprobe: 0, 8 ccm Gas (vergl. Anmerkung).
Subjektiv: Wohlbefinden. keine Gärungssymptome.

2. Versuchstag: Wie vorstehend.

3. Versuchstag: Stuhl: etwas fester; Reaktion: schwach alkalisch; Geruch: etwas faulig; Gärprobe: 0,9 ccm Gas.
Subjektiv: gesteigertes Wärmegefühl, namentlich nachts; keine Gärungssymptome.

4. Versuchstag: Stuhl: wie vor, jedoch Fäulnisgeruch vermehrt, vereinzelte übelriechende Flatus ohne vorausgegangene Blähungen.
Subjektiv: unverändert.

5. Versuchstag: Stuhl: im Ganzen wie vor; Reaktion: stärker alkalisch.
Subjektiv: unruhiger Schlaf mit leichtem Schweiß, etwas gesteigerte Libido sex.

6. Versuchstag: Die Reihenfolge vorstehender Speisen wurde folgendermaßen umgeändert: morgens die Eier-Speise; mittags die Kartoffel-Quark-Spinat-Speise; abends die Obst-Zucker-Speise.
Stuhl: wie die beiden vorhergehenden Tage.
Subjektiv: nachmittags Durstgefühl, welches nicht befriedigt wurde; 3 Stunden nach der Abendmahlzeit Blähungen im oberen Dünndarm, deutliches Gefühl von „Blasenspringen“ im ganzen Dünndarm; Unbehaglichkeit und typische „innere Gärungsunruhe“; nachts unruhiger Schlaf und reichlicher Abgang übelriechender Flatus.

7. Versuchstag: Speisenfolge wie am 6. Versuchstag.
Stuhl: erst weich, dann breiig, schließlich etwas schaumig; Reaktion: schwach sauer; Geruch: sauer und „eiweißfaulig"; Gärprobe: 2,3 ccm Gas; Subjektiv: nachmittags wieder Durstgefühl; es wurde $^1/_4$ Liter Wasser getrunken; 2 Stunden nach der Abendmahlzeit dieselben Erscheinungen wie oben verstärkt.

8. Versuchstag: Stuhl wie am vorhergehenden Tag mit noch deutlicheren Zeichen von Gärung; Gärprobe 2,8 ccm CO_2.

Anmerkung: Die Defäkation erfolgte jeweils morgens nach dem Aufstehen regelmäßig.

Ausführung der Gärprobe: 10 g derjenigen Kotpartie, welche am gärungsverdächtigsten war, wurde in 20 ccm Wasser aufgeschwemmt und durch ein feines Sieb geseiht, um die größeren Partikel zu entfernen. Die Aufschwemmung wurde hierauf filtriert. Der Filterrückstand wurde mit 20 ccm einer 5 %igen Traubenzuckerlösung im Gärröhrchen bei 20 Grad C der Gärung überlassen und nach jeweils 12 Stunden die entwickelte Kohlensäuremenge abgelesen. Unter sonst gleichen Bedingungen ist dann die entwickelte CO_2 proportional der im Kote vorhanden gewesenen Menge der Hefepilze und Gärungsbakt. Diese wiederum entsprechen der Stärke der Darmgärung, sodaß die entwickelte Gasmenge direkt als Maß für die Darmgärung gelten kann. Bei den Ernährungsversuchen stimmte dieselbe auch immer gut mit den anderen Gärungssymptomen überein. Die entwickelte CO_2-Menge schwankte zwischen 0,6 und 6 ccm Gas.

Bei der zellulosereichen Kost war die Verweildauer im Darm eine kürzere als gewöhnlich, so daß oft schon am folgenden Tag, namentlich bei stattgehabter Gärung, der Kot die Verdauungsschlacken der Nahrung vom vorhergehenden Tage aufwies.

2. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis: 1 : 8. Gewicht: 56,5 kg.

	Gesamtkalorien: 1896 g:	Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr:	750 g Obst zu 6 % Z.	3		45
	144 g Rohzucker			144
Mittags 1 Uhr:	3 Eier mit	20	16	
	50 g Rohzucker			50
Abends 5 Uhr:	100 g Spinat mit	3		4
	3 g Oel		3	
	35 g Quark	13	1	1
	750 g Kartoffeln	15		130
	Summe in g	54	20	374
	Summe in Kal.	216	184	1496

8. Versuchstag: Stuhl: vergl. vohergehende Reihe.
Subjektiv: keine Blähungen, keine Zeichen von Darmgärung; vereinzelte uncharakteristische Flatus.

9. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: amphoter; Geruch: fäkulent; Gärprobe: 1 ccm Gas.
Subjektiv: wie vor; keine Flatus.

10. Versuchstag: Stuhl: fester; Reaktion: amphoter; Geruch: normal; Gärprobe: 1 ccm Gas.
Subjektiv: unverändert.

11. Versuchstag: Stuhl: wie vor; Reaktion: alkalisch.
Subjektiv: item.

12. Versuchstag: wie vor.

13. Versuchstag: Stuhl: teigig; Reaktion: alkalisch; Geruch: etwas nach Eiweißfäulnis; Gärprobe 0,8 ccm Gas.
Umkehrung der Speisenfolge: morgens die Eierspeise, mittags die Kartoffel-Quark-Spinat-Speise, abends die Obst-Zucker-Speise.
Subjektiv: 4 Stunden nach der Obstmahlzeit Beginn von Blähungen im unteren Dünndarm; Gefühl von „knackenden Gasblasen“ — mit dem Schlauchstetoskop deutlich zu hören — typisches „Gärungsunbehagen“ und „Innere Unruhe“ bis nach Mitternacht. Dann reichlich Flatus; gegen morgen größeres Behagen und ruhiger Schlaf.

14. Versuchstag: Stuhl: erst weich, dann breiig und schaumig: Reaktion: sauer, ebenso Geruch, jedoch auch noch Fäulnisgeruch; Gärprobe: 3,6 ccm Gas.
Subjektiv: ähnlich wie vor.

15. Versuchstag: Stuhl: wie am 14. Versuchstag; Gärprobe: 3,5 ccm Gas, nur noch vereinzelte Flatus.

2. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis 1 : 8 (Kontrollversuch).

Gesamtkalorien: 1896	g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr: 750 g Obst zu 6 % Z.	3		45
144 g Rohzucker			144
Mittags 1 Uhr: 3 Eier mit	21	16	
50 g Rohzucker			50
Abends 5 Uhr: 100 g Salat	2		4
200 g Haferflocken	24	4	130
Summe in g	54	20	374
Summe in Kal.	216	184	1496

15. Versuchstag: Stuhl: vergl. vorstehende Reihe.
Subjektiv: keine Gärungserscheinungen; einzelne Flatus.

16. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: neutral; Geruch: fäkulent; Gärprobe: 2 ccm Gas.
Subjektiv: Wohlbefinden; keine Flatus.

17. Versuchstag: Stuhl: fester; Gärprobe: 0,8 ccm Gas; sonst wie vor. Subjektiv: unverändert.

18. Versuchstag: wie vor.

19. Versuchstag: wie vor.

20. Versuchstag: Stuhl: unverändert.
Umkehrung der Speisenfolge: morgens die Eier-Speise, mittags die Haferflocken-Salat-Speise, abends die Obst-Zucker-Speise.
Subjektiv: nachmittags Durstgefühl, welches nicht befriedigt wird; $2^1/_2$ Stunden nach der Obst-Zucker-Mahlzeit die oben beschriebenen Gärungssymptome im Dünndarm — stetoskopisch nachweisbar —; nachts unruhiger Schlaf und reichlich ganz schwach nach Eiweißzerfall riechende Flatus.

21. Versuchstag: Stuhl: erst fest, dann weich bis breiig und schaumig werdend; Reaktion und Geruch sauer; Gärprobe: 3 ccm.
Dieselbe Speisenfolge.
Subjektiv: nachmittags stärkeres Durstgefühl; es wird mit $^1/_4$ Liter ungesüßtem Citronenwasser gestillt; einige Stunden nach der Obst-Zucker-Mahlzeit stärkere Gärungserscheinungen als am Tage vorher; auch nachts häufigere Unterbrechungen des Schlafes durch Blähungen und „plötzliche" Gasentleerungen.

22. Versuchstag: Stuhl: breiig und schaumig; Reaktion und Geruch: stark sauer; Gärprobe 3,5 ccm Gas.

3. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis 1 : 13. Gewicht 56,5 kg.

Gesamtkalorien: 1880	g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr: 750 g Obst zu 6% Z.	3		45
177 g Rohzucker			177
Mittags 1 Uhr: 2 Eier mit	13	11	
40 g Rohzucker			40
Abends 5 Uhr: 100 g Spinat mit	3		4
9 g Oel		9	
750 g Kartoffeln	15		130
Summe in g	34	20	396
Summe in Kal.	136	184	1884

22. Versuchstag: Stuhl: vorstehend; vormittags vereinzelte Flatus. Subjektiv: keine Gärungserscheinungen mehr.

23. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: amphoter; Geruch: normal; Gärprobe: 1,8 ccm Gas. Subjektiv: Wohlbefinden; keine Flatus.

24. Versuchstag: Stuhl: fester; Reaktion: alkalisch; kein Fäulnisgeruch; Gärprobe: 0,7 ccm Gas. Subjektiv: unverändert.

25. Versuchstag: Stuhl: wie vor. Subjektiv: item.

26. Versuchstag: Alles unverändert.

27. Versuchstag: Stuhl: unverändert. Umkehrung der Speisenfolge: morgens die Eier-Speise, mittags die Kartoffel-Spinat-Oel-Speise, abends die Obst-Zucker-Speise. Subjektiv: 7 Uhr abends erste Gärungssymptome im Dünndarm, welche sich relativ rasch verstärken und etwa 3 Sunden anhalten, dann ziemlich rasch sich mäßigen und gegen Mitternacht ganz verschwinden; jedoch nach 2 Stunden Abgang von fast geruchlosem Flatus; darauf ruhiger Schlaf.

28. Versuchstag: Stuhl: wieder typischer Gärungstuhl; schaumige Konsistenz; sauer; Gärprobe: 2,7 ccm Gas. Subjektiv: bei gleicher Speisenfolge fast ganz die gleichen Symptome wie tags zuvor. Die Gärung verläuft gegen die beiden vorhergehenden Versuchsreihen etwas „stürmischer" und geht rascher zu Ende; (wahrscheinlich infolge der geringeren Eiweißpufferung!) die Flatus sind geruchloser.

29. Versuchstag: Stuhl: wie vor; Gärprobe: 3,3 ccm Gas.

3. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis 1 : 13 (Kontrollversuch).

Gesamtkalorien: 1850	g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr: 750 g Obst zu 6% Z.	3		45
197 g Rohzucker			197
Mittags 1 Uhr: 1 Ei mit	6	6	
20 g Rohzucker			20
Abends 5 Uhr: 100 g Salat mit	2		4
10 g Oel		10	
200 g Haferflocken	23	4	150
Summe in g	34	20	396
Summe in Kal.	136	184	1584

29. Versuchstag: Stuhl: vergl. vorstehende Versuchsreihe.
Subjektiv: keine Gärungssymptome mehr.

30. Versuchstag: Stuhl: teigig; Reaktion: schwach sauer; Geruch: normal; Gärprobe: 1,8 ccm Gas.
Subjektiv: Wohlbefinden.

31. Versuchstag: Stuhl: wie tags zuvor: Gärprobe: 1,2 ccm Gas.
Subjektiv: unverändert.

32. Versuchstag: Stuhl und subjektives Befinden wie am 31. Tag.

33. Versuchstag: Stuhl und subjektives Befinden wie am 31. Tag.

34. Versuchstag: Stuhl: teigig; Reaktion: schwach sauer; Geruch: fäkal; Gärprobe: 1,3 ccm Gas.
Umkehrung der Speisenfolge: entsprechend wie der 2. Versuchsreihe.
Subjektiv: nachmittags Durstgefühl, gestillt mit 1/4 Liter Wasser. 2 Stunden nach der Obst-Mahlzeit beginnende, sich sehr rasch steigernde Dünndarmgärung von heftigerem Charakter wie am 27. Versuchstage. (Folge der Wasserzufuhr?)

35. Versuchstag: Stuhl: breiig und schaumig; Reaktion und Geruch: sauer; Gärprobe: 3 ccm Gas.
Subjektiv: — bei gleicher Speisenfolge wie vor — wieder Durstgefühl nachmittags; es wird jedoch nichts getrunken. Die Gärungserscheinungen stellen sich nach 3 Stunden abends 8 Uhr ein, erreichen jedoch nicht die Heftigkeit wie tags zuvor. Die Flatus nur noch schwach fäkulent.

36. Versuchstag: Stuhl: weich, teilweise schaumig; Reaktion: sauer; Geruch: sauer; Gärprobe: 3,8 ccm Gas.

4. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis: 1 : 21. Gewicht: 56,5 kg.

Gesamtkalorien: 1860	g:	Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr:	375 g Obst zu 6% Z.	1,5		23
	108 g Rohzucker			108
Mittags 1 Uhr:	375 g Obst zu 6% Z.	1,5		23
	107 g Rohzucker			107
Abends 5 Uhr:	100 g Spinat	3		4
	20 g Oel		20	
	750 g Kartoffeln	15		130
	Summe in g	21	20	395
	Summe in Kal.	84	184	1580

Anmerkung: Die Obstportion wurde auf 2 Mahlzeiten verteilt, weil die große Zuckermenge von 261 g schwer auf einmal zu bewältigen war und weil für die Mittagsmahlzeit keine Eiweißspeise benötigt wird.

36. Versuchstag: Stuhl: vergl. vorhergende Versuchsreihe.
Subjektiv: Gefühl von etwas lebhafterer Peristaltik, jedoch keine Gärungssymptome.

37. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: amphoter; Geruch: normal; Gärprobe; 1,5 ccm Gas.
Subjektiv: wie vor.

38. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: alkalisch; Geruch: schwach fäkal; Gärprobe: 1,2 ccm Gas.
Subjektiv: verstärkte Peristaltik ohne Gärungszeichen.

39. Versuchstag: Stuhl und Befinden wie vor.

40. Versuchstag: Stuhl: item.
Subjektiv: Befinden unverändert; vereinzelte Flatus.

41. Versuchstag: Stuhl: unverändert.
Umkehrung der Speisenfolge: morgens die Kartoffel-Spinat-Speise, mittags und abends die Obst-Zucker-Speise.
Subjektiv: um 3 Uhr beginnende Dünndarmgärung, die jedoch keinen besonders heftigen Grad erreicht. Kurz nach der 2. Obst-Mahlzeit heftig einsetzende Gärung im ganzen Dünndarm mit reichlichen, „explosiv" entweichenden geruchlosen Flatus. Dauer der Gärung bis 9 Uhr abends, dann rasches Abklingen und nachts ruhiger Schlaf.

42. Versuchstag: Stuhl: breiig, schaumig; sauer von Geruch und Reaktion; Gärprobe: 3,6 ccm Gas.
Dieselbe Speisenfolge; subjektiv wieder mit unbedeutenden Abweichungen dieselben Erscheinungen.

4. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis 1 : 21 (Kontrollversuch).

			Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
	Gesamtkalorien: 1860	g:			
Morgens 9 Uhr:	375 g Obst zu 6% Z.		1,5		23
	124 g Rohzucker				124
Mittags 1 Uhr:	375 g Obst zu 6% Z.		1,5		23
	124 g Rohzucker				124
Abends 5 Uhr:	100 g Salat		2		4
	16 g Oel			16	
	150 g Haferflocken		16	4	97
	Summe in g		21	20	395
	Summe in Kal.		84	184	1580

43. Versuchstag: Stuhl: breiig und stark schaumig; Reaktion und Geruch: sauer; Gärprobe: 3,5 ccm Gas. Subjektiv: nach der Entleerung Wohlbefinden.

44. Versuchstag: Stuhl: weich; Gärprobe: 2 ccm Gas; sonst wie vor. Subjektiv: etwas verstärkte Peristaltik; keine Flatus.

45. Versuchstag: Stuhl: etwas fester; Gärprobe: 1,3 ccm Gas; Reaktion: schwach sauer; Geruch: nicht sauer und kaum fäkal. Subjektiv: unverändert.

46. Versuchstag: Stuhl: wie vor. Subjektiv: ganz geringe Gärungssymptome ohne Flatus.

47. Versuchstag: Stuhl und Befinden unverändert.

48. Versuchstag: Stuhl: item. Umkehrung der Speisenfolge, also die Haferflocken morgens; das Obst mittags und abends. Subjektiv: geringes Durstgefühl nach den Haferflocken. Jedoch kein Getränk. Um 4 Uhr verstärkte Peristaltik, kurz nach der 2. Obst-Mahlzeit beginnende Gärungserscheinungen, ähnlich, jedoch etwas heftiger als am 41. Versuchstag. Abklingen der Gärung bis abends um 10 Uhr; reichlich Flatus bis gegen 12 Uhr nachts von nicht riechender Beschaffenheit; ruhiger Schlaf.

49. Versuchstag: Stuhl: breiig-schaumig von stark sauerer Reaktion und Geruch; Gärprobe: 4,5 ccm Gas. Subjektiv: das wieder auftretende Durstgefühl wird mit $^1/_4$ ungesüßtem Citronenwasser gestillt. Nach der 1. Obst-Mahlzeit um $2^1/_2$ Uhr beginnende Gärung, welche bis zur 2. Obst-Mahlzeit fortdauert und nach derselben einen sehr „plötzlich“ verlaufenden Charakter annimmt, so daß um 9 Uhr das Klosett aufgesucht werden muß. Entleerung eines hochgradigen Gährungsstuhls mit allen charakteristischen Merkmalen; Gärprobe: 6 ccm Gas. Nach der Entleerung keine Blähungen mehr und ruhiger Schlaf.

5. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis: 1 : 34. Gewicht: 56 kg.

Gesamtkalorien: 1840	g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr: 1000 g Obst zu 6% Z.	4		60
131 g Rohzucker			131
Mittags 1 Uhr: 1 Ei mit 14 g Oel u.	6	6	
20 g. Rohzucker		14	20
Abends 5 Uhr: 1000 g Obst zu 6% Z.	3		60
130 g Rohzucker			130
Summe in g	13	20	401
Summe in Kal.	52	184	1604

50. Versuchstag: Keine Stuhlentleerung; vergl. vorstehend. Subjektives Wohlbefinden.

51. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: neutral, fast geruchlos. Gärprobe: 2,5 ccm Gas. Subjektives Befinden: kühlere Extremitäten als sonst; keine Gärungserscheinungen.

52. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: alkalisch, fast geruchlos. Gärprobe: 1,6 ccm Gas. Subjektiv: unverändert.

53. Versuchstag: Stuhl: wie vor. Subjektiv: abends leichte Blähungen mit vereinzelten, geruchlosen Flatus.

54. Versuchstag: Stuhl und Befinden: wie vorstehend.

55. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: amphoter, fast geruchlos. Gärprobe: 1,4 ccm Gas. Befinden: Nach der 2. Obst-Mahlzeit „Gänsehautgefühl". Verlangen nach weniger „adstringierender" Nahrung Meist kühle Hände und Füße.

Anmerkung: Eine Umstellung der Speisen ist bei dieser Versuchsreihe, infolge ihrer symmetrischen Anordnung zwecklos; es wird deshalb gleich zum Kontrollversuch übergegangen.

5. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis: 1 : 34. Gewicht: 55,4 kg. (Kontrollversuch).

Gesamtkalorien: 1840		g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr:	1000 g Obst zu 6% Z.	4		60
	131 g Rohzucker			131
Mittags 1 Uhr:	40 g Walnußkerne	6	20	
	20 g Rohzucker			20
Abends 5 Uhr:	1000 g Obst zu 6% Z.	3		60
	130 g Rohzucker			130
	Summe in g	13	20	401
	Summe in Kal.	52	184	1604

56. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: amphoter; fast geruchlos; Gärprobe: 1,3 ccm Gas.
Subjektiv: die kühlen Extremitäten bestehen fort, lebhaftere Peristaltik; einzelne Flatus.

57. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: schwach sauer; Geruch: unbestimmt; Gärprobe; 1,8 ccm Gas.
Subjektiv: Fortbestehen der „Gänsehautgefühle" mit wechselnder Intensität und Dauer, ebenso der kühlen Hände und Füße.

58. Versuchstag: Stuhl: wie vor.
Subjektiv: im wesentlichen unverändert.

59. Versuchstag: Stuhl: unverändert.
Subjektiv: stärkeres Verlangen nach konzentrierterer Nahrung; sonst Wohlbefinden.

60. Versuchstag: Stuhl: item.
Subjektiv: leichte Gärungserscheinungen nach der Abendmahlzeit mit einzelnen geruchlosen Flatus.

61. Versuchstag: Stuhl: breiig, nicht schaumig; schwach sauer von Reaktion und Geruch; Gärprobe 2,6 ccm Gas.
Subjektiv: wieder geringe Gärungssymptome abends, aber etwas schwächer als tags zuvor. Die kühlen Extremitäten, das „Gänsehautgefühl" treten jeweils nach den Obstmahlzeiten auf, aber in wechselndem Grade. Diese Nebenempfindungen zeigen sich auch abhängig von der Außentemperatur, treten jedoch besonders dann in Erscheinung, wenn der Organismus sich in einer Eiweißunterbilanz befindet.

6. Versuchsreihe: Nährstoffverhältnis: 1 : 55. Gewicht: 54,6 kg.

Gesamtkalorien: 1800	g: Eiweiß	Fett	Kohlenhydr.
Morgens 9 Uhr: 1000 g Obst zu 6% Z.	4		60
139 g Rohzucker			139
Mittags 1 Uhr: 20 g Oel		20	
Abends 5 Uhr: 1000 g Obst zu 6% Z.	4		60
139 g Rohzucker			139
Summe in g	8	20	398
Summe in Kal.	32	20	1584

62. Versuchstag: Stuhl: breiig; Reaktion: neutral; Geruch: schwach ausgeprägt; Gärprobe 2,3 ccm Gas.
Subjektiv: lebhafte Peristaltik, aber keine Gärungserscheinungen.

63. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: alkalisch; geruchlos, d. h. weder sauer noch nach den Endprodukten des Eiweißabbaues riechend; Gärprobe 2 ccm Gas.
Subjektiv: stärkeres Verlangen nach konzentrierterer Nahrung.

64. Versuchstag: Stuhl: wie vorstehend.
Subjektiv: allgemeines Unbefriedigtsein und Arbeitsunlust; abends 1 Stunde nach der Obst-Zucker-Mahlzeit wieder leichte Gärungssymptome mit geruchlosem Flatus.

65. Versuchstag: Stuhl: weich; Reaktion: amphoter; „geruchlos"; Gärprobe: 2 ccm Gas.
Subjektiv: stärkeres Hervortreten der erwähnten Nebenempfindungen: „Gänsehautgefühl" und kühle Hände und Füße; abends wieder leichtes Gärungsunbehagen und vereinzelte Flatus.

66. Versuchstag: Stuhl: wie vorstehend.
Subjektiv: Verlangen nach konzentrierterer Nahrung stärker; sonst wie am vorhergehenden Tag.

67. Versuchstag: Stuhl: breiig; Reaktion: neutral; „geruchlos"; Gärprobe: 2 ccm Gas. (Letzte Stuhluntersuchung).
7. April 1928 Beendigung der Ernährungsversuche; Uebergang zur gewohnten Nahrung mit etwa 50 g Eiweiß. Rasches Verschwinden der kühlen Extremitäten; darnach gesteigertes Wohlbehagen.

Auswertung der Versuchsergebnisse.

Zur 1. Versuchsreihe ist zunächst zu bemerken, daß die Eiweißmenge von 80 g täglich für mich eine Eiweißüberernährung bedeutete, da ich sonst **selten** täglich 50 g Eiweiß zu mir nehme. Aus diesem relativen Eiweißüberschuß erklären sich die namentlich gegen Ende der Versuchsreihe vermehrten Fäulniserscheinungen der Exkremente; ferner das auffallende Wärmegefühl, welches sich bis zu leichten Nachtschweißen steigerte, sowie die größere sexuelle Erregbarkeit.

Zeichen von Darmgärung waren weder subjektiv noch objektiv im Stuhl festzustellen. (Eine geringe Menge von Hefepilzen und Gärungsbakterien sind bei der reichlichen Zuckerernährung immer im Kote, daher wurde bei der Gärprobe auch immer eine etwa 1 ccm betragende Gasmenge gebildet).

Als jedoch die Speisen**folge** geändert wurde, d. h. als die leichter verdau- und vergärbare Obst-Zucker-Speise **nach** der Kartoffel-Quark-Gemüse-Mahlzeit genossen wurde, stellte sich sowohl subjektiv als auch objektiv nachweisbare Darmgärung ein, welche nach vorangestellter Obstmahlzeit in der 2. Versuchsreihe wieder verschwand. Diese Erscheinung ist sehr leicht zu erklären. Die Gärungskeime der verhältnismäßig großen Masse des Rohobstkompottes konnten — nach der vorangegangenen, ebenfalls reichlichen Kartoffel- usw. -Speise — im Magen nicht mehr vollständig unwirksam gemacht werden. Zudem wird die Obstnahrung sehr rasch in den Dünndarm weiterbefördert. Hier holt sie die langsamer wandernde, stark im Abbau begriffene Stärkemehlnahrung ein. Der übergroße Dextrose-Reichtum kann nicht so schnell vom Dünndarm resorbiert werden, wie er sich bildet und zuwandert. Die Dextrose-Vergärer finden daher ein überreichlisches Ernährungsfeld und entfalten ihre Tätigkeit in dem gegen sie wehrlosen Dünndarm.

Bei der „normalen" Speisenfolge, d. h. wenn die Obst-Zucker-Speise den „ausgeruhlen" Magen **zuerst** passiert, kann der noch leere Dünndarm die eindringende Dextrose fortwährend resorbieren, so daß den ev. noch vorhandenen Zuckervergärern der Nährboden entzogen wird. Da dieser Verdauungsvorgang relativ rasch vor sich geht, ist bis zur 2. Kohlenhydratmahlzeit der Dünndarm bereits wieder leer und kann nun die zudem ganz allmählich sich bildende Dextrose wieder leicht resorbieren.

Das für vorliegende Betrachtung wichtige Gesamtergebnis lautet also: Bei engstem Nährstoffverhältnis (1 : 5), gleicher Kalorienzahl und gleichen Einzelmahlzeiten — also unter sonst gleichen Bedingungen — hängt die Darmgärung ab von der Reihenfolge der Einzelmahlzeiten.

Da die Nebenerscheinungen dieser ungewohnten überreichen Eiweißernährung sich in oben erwähnten Sinne immer unangenehmer bemerkbar machten, wurde ein 2. Versuch zur Kontrolle

mit gleichem Nährstoffverhälnis und einem anderen Stärkemehlspender, d. h. mit Haferflocken, wie bei den folgenden Versuchen, nicht mehr durchgeprüft. Aus früheren ähnlichen Versuchen war auch zu schließen, daß kein wesentlich anderes Resultat herauskommen würde. So wurde denn zum Nährstoffverhältnis 1 : 8 übergegangen.

Ergebnis der 2. Versuchsreihe mit dem Nährstoffverhältnis 1 : 8.

Im Allgemeinen rechnet die Physiologie mit einer Verweildauer der Nahrung im Verdauungstraktus von 24 bis 36 Stunden. Dies gilt für die durchschnittliche, verhältnismäßig zellulosearme Nahrung gemischter Kost. Für die vorliegende Ernährungsweise, mit ihrem größeren die Peristaltik anregenden Zellulosegehalt, sowie geringerem Gehalt an konzentrierten Nährstoffen dauert die Durchwanderung des Verdauungsschlauches — zudem bei konstitutionell lebhafter Peristaltik — kaum 24 Stunden. Nach dieser Zeit beginnt — (bei der Versuchsperson) — sofort die Eindickung des Kotes im Rektum mit zunehmender Fäulnis und teilweiser Rückresorption der entstandenen Abbauprodukte. Man fühlt dies zunächst an einer leichteren Reizbarkeit der Gehirnnerven; denn die zentrale Nervensubstanz ist für diese „alkaloidverwandten" Abbauprodukte am empfindlichsten. Der Reizbarkeit, welche sich zunächst in gesteigertem Tätigkeitsdrang — auch im Sinne von Denktätigkeit — äußert, folgt dann eine leichte Benommenheit, welche bei stärkerer Rückvergiftung in Kopfschmerzen übergeht. Die Kopfschmerzen erwähnter Aetiologie verschwinden auch sofort mit erfolgter Darmentleerung. Für diese Vergiftungsart des Zentralnervensystems gilt jedoch das allgemeine biologische Gesetz der Gewöhnung an Gifte ganz besonders streng.

Nach Darmgärungen, wie sie z. B. am 6 und 7. Versuchstag stattfanden, erfolgte die Entleerung der betreffenden Darminhalte bereits nach 12 bis 18 Stunden. Eine vollständige Resorption, bezw. Ausnützung der Nährstoffe, welche zudem mehr oder weniger durch die Gärungsprozesse für die Resorption ungeeignet werden, ist in diesem Falle nicht möglich. (Vergl. Einleitung). Die hieraus resultierende Unterernährung drückt sich subjektiv durch Mangel an anhaltenderem Sättigungsgefühl, bezw. dauerndem leichtem Hunger ohne bestimmten Appetit für dieses oder jenes Nahrungsmittel aus. Der Darm verlangt zuerst nach Erholung, nachdem er den durch die Gärung verdorbenen Chymus losgeworden ist. Solche Gärungen geringeren Grades führen zwar nicht zu akuten Diarhoeen — dazu sind direkte toxische Stoffe erforderlich — aber immerhin erfolgt die Entleerung des Darminhaltes in solchen Fällen in kürzerer Zeit, in vorliegendem Falle nach 15 Stunden. Nach der Entleerung gegorenen Darminhaltes tritt immer sofortiges Wohlbefinden ein. Die Betrachtung

der Versuchsergebnisse ergibt bei richtiger Speisenfolge auch hier keinerlei Gärung. Diese tritt jedoch nach Umkehrung der Speisenfolge sofort ein. Dabei ist noch hervorzuheben, daß eine Flüssigkeitszufuhr die Gärung jeweils bedeutend verstärkte.

Ergebnis der 3. Versuchsreihe mit dem Nährstoffverhältnis 1:13.

Die für den Menschen normalen Nährstoffverhältnisse liegen zwischen 1 : 5 und 1 : 13. Das Nährstoffverhältnis 1 : 5 dürfte entschieden auf die Dauer als ein zu enges gelten Beträgt doch dasjenige der Frauenmilch sogar nicht mehr als 1 : 8,2. Dabei hat der Mensch in keinem Lebensalter ein größeres Bedürfnis nach eiweißreicher Ernährung als zur Zeit seiner intensivsten Wachstumperiode, als Säugling. Die Forderung eines solch engen Nährstoffverhältnisses wie 1 : 5 konnte nur erhoben werden auf Grund der Eiweißüberbewertung nach der Voit'schen Festsetzung. PIRQUET und MEIERHOFER bezeichnen nun auch das Nährstoffverhältnis 1 : 10 als das normale, — gestützt auf die Tierversuche von KELLNER, nach welchen regelmäßig unverdautes Stärkemehl im Kote auftrat, sobald auf 1 Teil verdaulichen Rohproteins mehr als 12 bis 15 Teile verdauliche Kohlenhydrate entfielen. Dasselbe verschwand vollständig aus dem Kote, wenn die stickstoffhaltigen Stoffe darauf soweit vermehrt wurden, daß nur noch 8 bis 10 Teile Kohlenhydrate auf 1 Teil Stickstoffnahrung kamen. Hierzu bemerkt PIRQUET: „HINDHEDE wirft allerdings auch den KELLNER'schen Normen eine ähnliche Entstehung aus der unmotivierten Sitte (der Eiweißüberernährung) vor; — bei den hohen Eiweißzahlen, die KELLNER für die Kühe und das Jungvieh anführt, habe ich (PIRQUET) selbst den Eindruck, daß hier aus Vorsicht überflüssig hohe Zahlen angegeben sind, nur um ja nicht für eine Entwicklungsstörung des Tieres verantwortlich gemacht zu werden." Ferner ist hierzu noch zu bemerken: Gerade die Wiederkäuer sind an einen relativ hohen Eiweißumsatz angepaßt. Die Gräser und Kräuter haben ein Nährstoffverhältnis von 1 : 4 bis 1 : 2 (z. B. Löwenzahn, Sauerampfer, Feldsalat), welches diese Tiere voll ausnützen können und sowohl für ihr rasches Wachstum als auch für die reichliche Milchproduktion verbrauchen.

Endlich ist noch die Tatsache von Interesse, daß kurzlebige Tiere ein engeres Nährstoffverhältnis haben als langlebige. Eiweißreicher Stoffwechsel verbraucht einmal infolge seiner spezifischen Reizwirkung und dann infolge seiner giftigen Abbauprodukte die Lebensenergie der Zelle rascher. CAREL und EBELING konnten die von einem 8 Tage alten Hühnerembryo stammenden Mesanchymzellen dadurch zur Vermehrung bringen und über 9 Jahre lang lebendig erhalten, daß sie die Nährlösung alle paar Tage erneuerten und durch Waschen die Abbaustoffe entfernten — sonst starben die Zellen rasch in ihren eigenen giftigen Abbauprodukten

ab. In BRUGSCH-LEVY: Die Biologie der Person, schreibt ULLMANN; „— wenn wirklich der Mensch das Alter seiner Arterien hat, dann dürfte als Grund des Alterns und des Lebensendes vielleicht ein Ueberfluß an Cholesterin eine große Rolle spielen, — neben dem Cholesterin scheint vor allem Lecithin und das Cephalin von Bedeutung zu sein." Auch noch folgende statistische Angabe ist für diese Frage von Interesse: Im 3. und 4. Jahrhundert n. Chr. war die durchschnittliche Lebensdauer eines römischen Bürgers in Rom 22 Jahre, in Spanien 37 Jahre, in Nordafrika 47 Jahre. Natürlich spielen in diesem letzten Beispiel neben der Eiweißüberernährung auch noch alle die übrigen, die Lebensenergie verbrauchenden Einflüsse der Ueberkultur eine wichtige Rolle; aber jedenfalls ist die Abnutzung der Zelle durch übermäßigen Eiweißumsatz, wie es sich auch in der Amyloiddegeneration der Leber und Niere zeigt, nicht zu unterschätzen.

Nach HINDHEDE beträgt das normale Nährstoffverhällnis 1 : 10,2, nach MEINERT 1 : 10,3, nach CHITTENDEN 1 : 10,5 bis 1 : 12,3.

Die Nährstoffverhältnisse 1 : 8 und 1 : 13 in vorliegenden Versuchen schließen also jedenfalls das normale menschliche Nährstoffverhältnis in sich ein. Daselbe läßt sich wahrscheinlich auch gar nicht durch **einen** absoluten Quotienten ausdrücken, da ja die verschiedenen Eiweißarten für die Ernährung der Körperzellen nicht äquivalent sind. RUBNER schuf hierfür den Begriff des „spezifischen Eiweißwertes", dessen Bedeutung im einzelnen noch nicht ganz geklärt ist.

Bei dem Nährstoffverhältnis 1 : 13 tritt in keiner Versuchsreihe bei „regulärer" Speisenfolge Gärung auf.

Die regelmäßig saure Reaktion der Stühle der Versuchsreihe mit Haferflocken ist auf den **Säureüberschuß der Körnerfrüchte gegenüber dem Basenreichtum der Kartoffel zurückzuführen und beweist in diesem Falle durchaus keinen Gärungsstuhl; umgekehrt bewirkt basenreiche Nahrung auch einen alkalischen Stuhl, ohne daß diese Reaktion dann für Eiweißfäulnis beweisend wäre.**

Nach RAGNAR BERG haben 100 g Haferflocken einen Säureüberschuß von 10 mg; 100 g Ei von 25 mg; 100 g Kartoffeln haben einen Basenüberschuß von 6 mg; 100 g Kopfsalat oder Spinat von 14 mg; 100 g Aepfel von 1 mg. Aus der Reaktion des Stuhles allein darf also nicht ohne weiteres auf Darmgärung oder Fäulnis geschlossen werden, Das Urteil muß sich auf die Zusammenstimmung aller Symptome gründen.

Bei der Umkehrung der Speisenfolge stellt sich auch hier wieder und zwar eine etwas rascher und stürmischer verlaufende Gärung ein; auch fällt bereits eine größere Geruchlosigkeit der Flatus auf, welche gegen die früheren Versuchsreihen eine reinere

Kohlensäure-Gärung verrät, die in Anbetracht der geringen Eiweiß- und Fett-Mengen erklärlich ist Bei Flüssigkeitszufuhr zeigt sich auch hier wieder eine Steigerung der Darmgärung.

Ergebnis der 4. Versuchsreihe mit dem Nährstoffverhältnis 1 : 21.

RUBNER berechnet das absolute Eiweißminimum — die Abnutzungsquote — zu 5 bis 6 % (Eiweißkalorien der Gesamtkalorien), d. h. das weiteste Nährstoffverhältnis zu 1 : 17 bis 1 : 20. Ein geringerer Eiweißgehalt der Nahrung, bei noch so großer Kalorienzahl derselben bedingt auf die Dauer einen absoluten Eiweißhunger der Körperzellen. Ein weiteres Nährstoffverhältnis läßt sich auch nur durch künstliche Mischung reiner Nährstoffe herstellen und findet sich in keinem natürlichen Nahrungsmittel. Sogar daß eiweißärmste Obst, der Apfel, hat noch ein Nährstoffverhältnis von 1 : 15 bis 1 : 20. Die Kartoffel mit dem Nährstoffverhältnis 1 : 10, vermag also sehr wohl den Eiweißbedarf des Menschen zu decken, zumal dasselbe gut ausgenützt und relativ wertvoll für den Organismus ist, wie z. B. durch $^3/_4$jährige Versuche an russischen Kriegsgefangenen (im physiol. Institut Freiburg i. B.) und durch 2jährige Versuche von HINDHEDE festgestellt wurde. Die Haferflocken haben ein Nährstoffverhältnis von 1 : 6 bis 1 : 7, bilden also ohne Zucker oder Fettzusatz eine genügend eiweißreiche — jedoch wie alle Körner- und Hülsenfrüchte **unvollständige** Eiweißnahrung, weil ihnen der unentbehrliche Eiweißbaustein Tryptophan fehlt.

Die Betrachtung der Versuchsergebnisse ergibt selbst bei diesem äußersten physiolog. Nährstoffverhältnis keine Gährung, wenn keine Störung der Verdauung durch eine unzweckgemäße Reihenfolge der einzelnen Nahrungsmittel erfolgt. In letzterem Falle allerdings setzt sofort eine reine Kohlensäure-Gärung ein, wie aus den plötzlich entweichenden, geruchlosen Flatus hervorgeht. Bei dem reichlichen Zuckergehalt dieser Nahrung ist eine reine Kohlensäuregärung auch die wahrscheinlichste. Die nächst dieser in Betracht kommende Milchsäuregärung bevorzugt als Nährboden einen reichlicheren Stärkemehlabbau, verbunden mit dem in den Körnerfrüchten enthaltenen größeren Eiweißgehalt. Eine nennenswerte Fettsäuregärung ist schon wegen des geringen Fettgehaltes der Nahrung auszuschließen, zudem würde sie sich durch typischen „Fettsäure-Geruch" der Flatus und Stühle verraten, welcher in keinem Falle festgestellt werden konnte.

Weiter ist aus den Versuchen zu bemerken, daß Haferflocken, — man kann allgemein sagen Körnerfrüchte — unter sonst gleichen Bedingungen leichter Gärung verursachen als Kartoffeln. Man könnte in vorliegenden Versuchen die Schuld auf die **rohen** Haferflocken schieben; aber aus früheren Selbstversuchen ging hervor, daß gekochte Körnerfruchtspeisen ebenso leicht Gärung verursachen wie rohe Haferflocken. Sterile Nahrung

schien sogar ein besserer Nährboden für Kohlenhydratvergärer zu sein, als dasselbe Nahrungsmittel roh und gut durchgespeichelt. Gerade die Einspeichelung ist sehr wichtig zur Vermeidung von Darmgärungen. (Bei der leichteren Gärung steriler Nahrungsmittel spielt vielleicht auch das Bedürfnis des Organismus nach Vitaminen eine Rolle und das Bestreben, sich dieselben durch vitaminbildende Gärungen zu verschaffen. Von diesem Gesichtspunkt aus käme also zu den exogenen Gärungs-Komponenten noch eine sehr wesentliche endogene hinzu).

Ergebnis der 5. Versuchsreihe mit dem Nährstoffverhältnis 1:34.

Da die Nährstoffverhältnisse bis 1:21 keine direkte Beziehung zur Darmgärung zeigten, ging ich noch zu ganz extrem weiten, vollständig „unphysiologischen" Nährstoffverhältnissen über. Hierbei zeigte sich zunächst ebenfalls keinerlei Gärung. Jedoch trat eine stärkere Peristaltik auf, welche nach einigen Tagen eine gewisse Gärungsbereitschaft erkennen ließ. Aus früheren Beobachtungen zu schließen, hätte es nur noch eines geringen begünstigenden Faktors bedurft, z. B. einer stärkeren Abkühlung des Abdomens, um eine lebhafte Darmgärung in Gang zu bringen.

Der Kontrollversuch mit Nußkernen statt des Eies, rief deutlich eine etwas stärkere Gärung hervor. Diese Erscheinung dürfte auf das viel schwerer verdauliche Nuß-Eiweiß zurückzuführen sein. Das die Verdaulichkeit, bezw. leichte Resorbierbarkeit des Eiweißes bei der Darmgärung eine wichtige Rolle mitspielt, geht auch aus der Tatsache hervor, daß die soviele schwerverdauliche und unvollständige Eiweißkörper enthaltenden Hülsenfrüchte fast unvermeidbar regelmäßig Darmgärung verursachen. An diese schließt sich dann erst die Eiweiß-Fäulnis an; sie läßt sich leicht dadurch von der Gärung unterscheiden, daß sie erst einige Stunden später beginnt, träger, aber gegen das Rektum hin an Intensität zunehmend, verläuft, während die intensivste Gärung ihr Maximum im Dünndarm erreicht. Natürlich ist auch die Gärung bei Hülsenfrucht-Ernährung in größtem Maße abhängig, einmal vom Ueberschuß der Nährstoffe und zweitens von den vor- und nachher genossenen Speisen sowie von der Einspeichelung usw.

Zu bemerken ist ferner, daß von dem Nährstoffverhältnis 1:21 an, eine stetig zunehmende Gewichtsabnahme zu verzeichnen war. Da dieselbe bei der Versuchsperson nicht auf Wasser- oder Fettverlust zurückgeführt werden kann, weil keine Aenderung der nur ganz geringen Fettdepots nachzuweisen war und der Wasserhaushalt eher gesteigert als verringert wurde, so dürfte der Gewichtsverlust in erster Linie auf der Heranziehung von Körpereiweiß zur Aufrechterhaltung des Stoffwechsels zurückzuführen sein. Jede Kohlenhydrat- oder Fett-Kalorie verbraucht zu ihrer Verbrennung im Organismus eine bestimmte Eiweißmenge,

worauf auch die RUBNER'sche Abnutzungsquote hindeutet. Ist dieses Eiweißminimum nicht in der Nahrung enthalten, so muß der Körper dasselbe bei sonst noch so reichlichem Kaloriengehalt der Nahrung als Zuschuß liefern. Da in vorliegenden Versuchen der Gewichtsverlust bei dem Nährstoffverhältnis 1 : 21 beginnt, stimmt das Ergebnis der Gewichtsabnahme sehr gut mit der Abnutzungsquote überein (1 : 20). Die Progression des Gewichtsverlustes mit noch weiter werdendem Nährstoffverhältnis läßt ebenfalls auf einen vermehrten Eiweißzuschuß des Körpers schließen.

Ergebnis der 6. Versuchsreihe mit dem Nährstoffverhältnis 1 : 55.

Da auch bei dem Nährstoffverhältnis 1 : 34 keine besonders auffallende Darmgärung zu beobachten war, so wurde auch noch das Nährstoffverhältnis 1 : 55 untersucht. Jedoch auch hierbei war nur eine geringe Steigerung der Darmgärung zu konstatieren, welche bei diesem abnormen, praktisch nie vorkommenden Nährstoffverhältnis zur Klärung der gestellten Frage keine sinnvolle Beziehung mehr hat. Immerhin ist auch aus diesem Versuch zu erkennen, daß Darmgärung und Nährstoffverhältnis nicht kausal miteinander verknüpft sind. Mit zunehmenden Unbehagen, Kältegefühl und Verlangen nach eiweiß- und fettreicheren Speisen wurde nach 66 Versuchstagen wieder zur gewohnten Kost übergegangen, worauf sich sofort Wohlbefinden einstellte. Im Laufe einer Woche war der Gewichtsverlust wieder eingeholt.

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Eine direkte Abhängigkeit der Darmgärung von engem oder weitem Nährstoffverhältnis, wie anfänglich angenommen wurde, ließ sich nicht nachweisen. Wohl nahm die Gärungs**bereitschaft** mit weiterwerdendem Nährstoffverhältnis etwas zu; aber die Zunahme sogar dieser „Bereitschaft" war so geringfügig, daß sich hieraus ein direkter, bezw. kausaler Zusammenhang nicht erweisen läßt. **Dagegen ergab sich einwandfrei eine einfache Beziehung zwischen Darmgärung und Speisenfolge in dem Sinne, daß um Darmgärung zu vermeiden, das leichtverdauliche Kohlenhydrat dem schwerer spalt- und resorbierbaren voranzugehen hat.**

In Bezug auf die Darmfäulnis ergab sich, daß dieselbe um so stärker auftritt, je enger das Nährstoffverhältnis ist und ungefähr bei dem Nährstoffverhältnis von 1 : 13 allmählich aufhört.

Literatur-Verzeichnis.

1. Abdershalden: Lehrbuch der Physiologie, Bd. 1 u. 2.
2. Albu: Die vegetarische Diät. Leipzig 1902.
3. Albu: Ueber Autointoxikation des Intestinaltraktus. Bln. 1895.
4. Albu: Der Stoffwechsel bei vegetarischer Kost. Z. f. kl. M. Bd. 43. S. 75-85.
5. Beckmann u. Clotilde Meier: Die Beziehungen zwischen Säure-Basengleichgewicht und den Störungen der Nierenfunktion. Z. f. d. ges. exp. Med. 29 1922.
6. v. Bergmann, Bethe, Embden, Ellinger: Handbuch der normalen u. pathologischen Physiologie. Bd. 3. Verdauung u. Verdauungsapparat. Bln. Springer 1927.
7. Berg Ragnar: Die Nahrungs- und Genußmittel, ihre Zusammenstellung und ihr Einfluß auf die Gesundheit, mit besonderer Berücksichtigung der Aschenbestandteile. Pahl. Dresden.
8. Berg Ragnar: Die Früchte und Gemüse als Nahrungsmittel. Pahl. 1907.
9. Berg Ragnar: Ueber den Einfluß des Mineralstoffwechsels auf den Eiweißstoffwechsel. B. kl. W. 1919 Nr. 11.
10. Bircher-Benner: Grundzüge der Ernährungstheorie. Bln. 1906.
11. Bircher-Benner: Die Grundlagen unserer Ernährung. Bln. 1921.
12. Boas: Vegetarische Lebensweise. Bln. 1923.
13. Brugsch-Levy: Die Biologie der Person. Bln. 1926.
14. v. Bunge: Der Vegetarismus. Bln. 1901.
15. Gaspari: Ein Beitrag zur Frage der Ernährung bei verringerter Eiweißzufuhr. Ach. f. Physiol. 1901 (S. 323).
16. Caspari u. Glässner: Ein Stoffwechselversuch an Vegetar. Zeitschr. f. diät. u. phys. Ther. 1904. Bd. 7.
17. Chittenden: Oekonomie in der Ernährung.
18. v. Cohnheim: Die Umwandlung des Eiweiß durch die Darmwand. Z. f. physiol. Chemie. 1902. Bd. 34, S. 258.
19. Determann: Die vegetarische Lebensweise bei Gesunden. Beiheft z. M. kl. W. 1909 H. 3, S. 57—80.
20. Epstein, W.: Die vegetarische Diät als Volksernährung und als Heilmittel. D. M. Kl 1007 Nr. 4.
21. Escherisch: Die Darmbakterien des Säuglings und ihre Beziehung zur Physiologie der Verdauung. Stuttg. 1886.
22. Fischer, Emil: Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente 2. Verl. Bergmann 1922.
23. Fischer, Emil: Untersuchungen über Aminosäuren, Poypeptide und Proteine 2. Verl. Bergmann 1923.
24. Freudenberg: Störungen des Säure-Blasen-Haushaltes beim Kind. Kl. W. 49. 1926.
25. Funk, C.: Die Vitamine. München 1924. verl. Bergmann.
26. Hartmann: Rohes Sauerkraut als Volksheilmittel. Münchener med. W. 1926. Nr. 16. S. 651.
27. Hauer: Stoffwechseluntersuchungen an einem Vegetarier. Dissert. Freiburg i. B. 1903.
28. Hinhede: Harnsäurelösende Diät. Z. f. diät. Ther. Bd. 17. 1913.
29. Hindhede: Die neue Ernährungslehre. Pahl, Dresden 1922.
30. Ilzhöfer, H.: Versuche über die Ernährung mit vegetabilischer Rohkost bei geistiger und körperlicher Arbeit. Arch. f. Hyg. 1925. Bd. 96.
31. Jägeroos: Ueber die Folgen einer ausreichenden, aber eiweißarmen Nahrung. Skand. Arch. f. Ph. B. 19. S. 375.
32. Juckenack: Zusammenstellung der Vitamine im Obst. 1923.
33. Jürgensen: Die Diät bei Superacidität. Arch. für Verdauungskrankh. Bd. 3.
34. Klotz, Max: Bedeutung der Getreidemehle für die Ernährung. Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk. Bd. 8. 1912. S. 593.
35. Kopeloff, N.: Lactobacillus acidophilus. Lond. 1926.
36. König, J.: Chemie der menschl. Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl. Bd. 1. Bln. 1903.

37. Langstein, Leo: Dystrophien und Durchfallkrankheiten im Säuglingsalter. Wegweiser f. d. prakt. Arzt. Verlag Thieme, Leipzig 1926.
38. v. Leyden, E.: Handbuch der Ernährungstherapie und Diätetik. Verl. Thieme, Leipz. 1904.
39. Mayer, A.: Diät u. Salzsäuresekretion. Arch. f. Verdauungskr. Bd. 6. S. 299.
40. Mayrhofer u. Pirquet: Lexikon der Ernährungskunde. Wien 1926.
41. Möller, S.: Ernährungskuren uud ihre Erfolge. Pahl, Dresd. 1927.
42. Munk: Ueber die Folgen einer ausreichenden, aber eiweißarmen Nahrung. Virch, Arch. Bd. 132. S. 91.
43. v. Noorden, K.: Ueber Durchfalls- und Verstopfungskrankheiten über die Grundsätze ihrer Behandlung. Münch. Bergmann 1922.
44. K. v. Noorden u. H. Salomon: Handbuch der Ernährungslehre. Bd. 1 u. 2.
45. Olivet: Klin. Wochenschr. 1926. Nr. 8. S. 307.
46. Pavlovic, R.: Ueber die Einwirkung verschiedener Obstarten auf die Magensekretion.
47. Pincussen: Die Ausnutzung der Nährstoffe. (In Oppenheimer, Handb. d. Biochemie, Bd. 5. S. 295.)
48. v. Pirquet, Cl.: System der Ernährung. Bln. Springer 1917.
49. Rabe: Stoffwechseluntersuchungen bei einem strengen Veg. und Rohköstler. D. m. W. 1921. Nr. 40. S. 1213.
50. Reckziegel: Rezeptbuch für vegetarische Rohkost.
51. Reinhold: Eiweiß und Gärung. Jahrb. f. Kinderh. Bd. 101 1923.
52 Riedlin: Lebenskraft und Fastenkuren.
53. Röse, C.: Eiweißfütterung und Basenernährung. Pahl, D. 1925.
54. Röttger: Lehrbuch der Nahrungsmittelchemie. Leipz. 1926.
55. Rosenheim: Untersuchungen über die Schädlichkeit eiweißarmer Nahrung. Pflüg. Arch. Bd. 54. S. 61.
56. Rumpf: Zur ther. Verwendung der veget. Lebensweise. Z. f. diät. u. physik. Ther. Bd. 4. S. 25.
57. Rubner: Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Obstarten. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1915. S. 240.
58. Rubner: Untersuchungen über die Zusammensetzung einiger Blattgemüse. Wie oben S. 219.
59. Rubner: Die Verdaulichkeit der Haselnußkerne. Ebenda S. 272.
60. Rubner: Ueber die Verdaulichkeit der Erdbeere und Aepfel beim Menschen. Ebenda S. 237. 1916.
61. Rubner: Die Festsetzung des Stickstoffumsatzes bei veget. Kost. Ebenda 1919. S. 73.
62. Rubner: Unsere Nahrungsmittel und die Ernährungskunde. Stuttg. 1904.
63. Rubner: Ueber moderne Ernährungsfragen. Münch.-Bln. 1914.
64. Rubner: Wandlungen in der Volksernährung. Leipz. 1913.
65. Scheer, K.: Die endogene Infektion des Dünndarms beim Säugling. Klin.-bakt. Unters. Leipz. Kabitzsch 1924.
66. Schmidt, A.: Ueber Gemüseverdauung bei Gesunden und Kranken. D. m. W. 1911. S. 435.
67. Schönenberger, Fr.: Aerztlicher Ratgeber für Gesunde und Kranke.
68. Schutz: Ueber chronisch-dyspeptische Diarrhöen und ihre Behandlung. Leipz. Breitkopf u. Härtel 1901.
69. E. Strausky u. A. Tirias: Experimentelle Untersuchungen über Darmbakt. Bln. Karger 1926.
70. Thierfelder: Handbuch der physiol. und path. chem. Analyse. Berl. Springer, 1924.
71. Tigerstedt: Handbuch der physiol. Methodik. Leipz. 1908—1911.

Lebenslauf.

Am 24. Mai 1886 wurde ich als Sohn des Kaufmanns und Bürgermeisters Joh. Friedrich RITTER in Wollbach, Baden geboren. Nach 5 jährigem Besuch der Volksschule daselbst und anschließendem 6 jährigen Besuch der Realschule in Schopfheim, mit dem einjährigfreiwilligen Zeugnis als Abschluß, setzte ich meine Schulzeit auf der Oberrealschule in Freiburg i. B. bis zur Reifeprüfung im Juli 1906 fort. Hierauf studierte ich an den Universitäten in Freiburg, München und Heidelberg Chemie und Naturwissenschaften. Nachdem ich mich verheiratet hatte, lebte ich in meiner Heimat meist auf dem Lande und widmete mich privaten Studien der Philosophie und Religion. Ein halbes Jahr nach Kriegsausbruch meldete ich mich als Kriegsfreiwilliger und machte den Feldzug bis zu seinem Ende mit. Die wirtschaftlichen Folgen der Nachkriegszeit brachten den vollständigen Verlust meines Vermögens mit sich. Infolgedessen begann ich 1923 in Freiburg das Studium der Zahnmedizin und Medizin und machte daselbst folgende Prüfungen: Sommer 1923, Ergänzungsprüfung in Latein; Herbst 1923, zahnärztliche Vorprüfung; Frühjahr 1924, ärztliche Vorprüfung; Frühjahr 1925, zahnärztliches Staatsexamen. Im Herbst 1925 zog ich nach der Universität Berlin und bestand hier im Frühjahr 1927 das medizinische Staatsexamen. Im Anschluß daran war ich Medizinalpraktikant in der Hydrotherapeutischen Universitäts-Anstalt von Prof. Dr. SCHOENENBERGER und erlangte im Herbst 1927 meine Approbation. Seit dieser Zeit bin ich in Berlin als ärztlicher Vertreter tätig.